

به نام خدا

سید مبین رضوی 401110267

سوال 8 – الف)

کد کامل سوال 8 را میتوانید در زیر ببینید :

```
module parking (  
    input car_entered, is_uni_car_entered, car_exited, is_uni_car_exited,  
    input [4:0] hour,  
    output reg [8:0] uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space,  
    vacated_space,  
    output wire uni_is_vacated_space, is_vacated_space  
);  
  
assign uni_is_vacated_space = (uni_vacated_space > 0);  
assign is_vacated_space = (vacated_space > 0);  
reg [8:0] total_free_space;  
reg [8:0] total_uni_space;  
  
initial begin  
    uni_parked_car = 0;  
    parked_car = 0;  
    total_free_space = 200;  
    total_uni_space = 500;  
    vacated_space = 200;  
    uni_vacated_space = 500;  
end  
  
always @(hour) begin  
    // if(uni_parked_car > total_uni_space) begin  
    //     uni_parked_car = total_uni_space;  
    //     parked_car = parked_car + uni_parked_car - total_uni_space  
    // end  
    if(hour >= 13 && hour < 16 && uni_parked_car <= total_uni_space - 50) begin  
        total_free_space = total_free_space + 50;  
        total_uni_space = total_uni_space - 50;  
        uni_vacated_space = total_uni_space - uni_parked_car;  
        vacated_space = total_free_space - parked_car;  
    end  
    else if(hour == 16 && uni_parked_car <= 200) begin
```

```

        total_free_space = 500;
        total_uni_space = 700 - total_free_space;
        uni_vacated_space = total_uni_space - uni_parked_car;
        vacated_space = total_free_space - parked_car;
    end
    else if(hour >= 13 && hour < 17)
        $display("failed to increase free capacity");
    end
end

always @(posedge car_entered) begin
    if(is_uni_car_entered) begin
        if(uni_is_vacated_space) begin
            uni_parked_car = uni_parked_car + 1;
            uni_vacated_space = uni_vacated_space - 1;
        end
    end
    else begin
        if(is_vacated_space) begin
            parked_car = parked_car + 1;
            vacated_space = vacated_space - 1;
        end
    end
end

always @(posedge car_exited) begin
    if(is_uni_car_exited) begin
        uni_parked_car = uni_parked_car - 1;
        uni_vacated_space = uni_vacated_space + 1;
    end
    else begin
        parked_car = parked_car - 1;
        vacated_space = vacated_space + 1;
    end
end

endmodule

```

چند نکته در رابطه با کد :

1) از آنجاکه در صورت سوال ذکر نشده بود ، از این فرض منطقی استفاده کردم که اگر ظرفیت ماشین های دانشگاهی کمتر از 50 تا جایگاه خالی

داشته باشد نتوان در ساعات ذکر شده ، ظرفیت آزاد را 50 تا افزایش داد (زیرا ظرفیت کل ثابت است و برای اضافه کردن به ظرفیت آزاد باید از ظرفیت دانشگاهی کم کرد) و ارور زیر داده شود :

Failed to increase free capacity

2) در صورتیکه ظرفیت دانشگاهی پر باشد و ماشین دانشگاهی بخواهد وارد بشود ، به آن اجازه ی ورود داده نخواهد شد به معنی که حتی به عنوان ماشین آزاد نیز نمیتواند وارد بشود.

مورد اول و به طور کلی تغییر ظرفیت ها راس ساعات خاص ، داخل بلاک `always @(hour) begin` انجام می شود. مورد دوم و به طور کلی ورود ماشین ها نیز در بلاک `always @(posedge car_entered) begin` انجام میشود.

در زیر نیز می توانید تست بنچ را مشاهده کنید. در اینجا هر یک واحد از گذر متغیر `time` معادل یک دقیقه است ، بنابراین 960 دقیقه معادل 16 ساعت میشود که به نوعی از ساعت 8 الی 24 محسوب خواهد شد. همچنین هر 3 دقیقه یا یک ماشین قصد ورود میکند و یا یک ماشین قصد خروج میکند.

در تست بنچ زیر ، در ساعات 8 تا 13 و 16.5 تا 18 و 20.5 الی 23 ماشین ها وارد می شوند (نوع ماشین ورودی به صورت یکنواخت انتخاب می شود) و در باقی ساعات ماشین ها خارج می شوند.

```

module Q8TB;

reg car_entered, is_uni_car_entered, car_exited, is_uni_car_exited;
reg [4:0] hour;
wire [8:0] uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space;
wire uni_is_vacated_space, is_vacated_space;

parking p(
    car_entered, is_uni_car_entered, car_exited, is_uni_car_exited,
    hour,
    uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space,
    uni_is_vacated_space, is_vacated_space);

initial begin
    car_entered = 0;
    is_uni_car_entered = 0;
    car_exited = 0;
    is_uni_car_exited = 0;
end

initial begin
    forever begin
        car_entered = ($time <= 300) || ($time >= 510 && $time <= 600) || ($time >=
750 && $time < 900);
        car_exited = ($time > 300 && $time < 510) || ($time > 600 && $time < 750) ||
($time >= 900);
        is_uni_car_entered = $urandom_range(0, 1);
        is_uni_car_exited = $urandom_range(0, 1);
        hour = (8 + $time/60) % 24;
        #1;
        car_entered = 0;
        car_exited = 0;
        #2 $display ("Time = %02d:%02d\nuni_parked_car = %d, parked_car
= %d\nuni_vacated_space = %d, vacated_space = %d\nuni_is_vacated_space = %d,
is_vacated_space = %d\n", (8 + ($time/60))%24, $time % 60, uni_parked_car,
parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space,
is_vacated_space);
        if ($time > 960) begin
            $stop();
        end
    end
end

```

```

end
end

endmodule

```

در زیر چند عکس از نتیجه ی خروجی آن را مشاهده می کنید :

```

VSIM 9> run -all
# Time = 08:03
# uni_parked_car = 1, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 499, vacated_space = 200
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 08:06
# uni_parked_car = 2, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 498, vacated_space = 200
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 08:09
# uni_parked_car = 2, parked_car = 1
# uni_vacated_space = 498, vacated_space = 199
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 08:12
# uni_parked_car = 2, parked_car = 2
# uni_vacated_space = 498, vacated_space = 198
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 08:15
# uni_parked_car = 2, parked_car = 3
# uni_vacated_space = 498, vacated_space = 197
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
.

```

```

# Time = 08:54
# uni_parked_car = 9, parked_car = 9
# uni_vacated_space = 491, vacated_space = 191
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 08:57
# uni_parked_car = 9, parked_car = 10
# uni_vacated_space = 491, vacated_space = 190
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 09:00
# uni_parked_car = 10, parked_car = 10
# uni_vacated_space = 490, vacated_space = 190
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 09:03
# uni_parked_car = 11, parked_car = 10
# uni_vacated_space = 489, vacated_space = 190
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 09:06
# uni_parked_car = 12, parked_car = 10
# uni_vacated_space = 488, vacated_space = 190
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 09:09
# uni_parked_car = 13, parked_car = 10
.

```

```

# Time = 12:57
# uni_parked_car = 49, parked_car = 50
# uni_vacated_space = 451, vacated_space = 150
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 13:00
# uni_parked_car = 50, parked_car = 50
# uni_vacated_space = 450, vacated_space = 150
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 13:03
# uni_parked_car = 50, parked_car = 51
# uni_vacated_space = 400, vacated_space = 199
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 13:06
# uni_parked_car = 50, parked_car = 50
# uni_vacated_space = 400, vacated_space = 200
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 13:09
# uni_parked_car = 50, parked_car = 49
# uni_vacated_space = 400, vacated_space = 201
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
.

```


بسادگی می توانید افزایش ظرفیت آزاد را در ساعات 13:03 و 14:03 و 15:03 و 16:03 مشاهده کنید .

اکنون حالت دیگری را تست میکنیم که اگر ظرفیت پر باشد ، به ماشین هایی که میخواهند وارد شوند اجازه ی ورود داده نشود :

در تست بنچ قبل ، صرفا داخل forever begin را با کد زیر تعویض میکنیم :

```
car_entered = ($time <= 840);
car_exited = ($time > 840);
is_uni_car_entered = 1;
is_uni_car_exited = $urandom_range(0, 1);
hour = (8 + $time/60) % 24;
#1;
car_entered = 0;
car_exited = 0;
#2 $display ("Time = %02d:%02d\nuni_parked_car = %d, parked_car
= %d\nuni_vacated_space = %d, vacated_space = %d\nuni_is_vacated_space = %d,
is_vacated_space = %d\n", (8 + ($time/60))%24, $time % 60, uni_parked_car,
parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space,
is_vacated_space);
if ($time > 960) begin
    $stop();
end
```

در این تست بنچ ، از ساعت 8 الی 22 ، تنها ماشین های دانشگاهی در حال ورود هستند.

در عکس زیر نیز میتوانید مشاهده کنید که وقتی ظرفیت ماشین های دانشگاهی پر می شود دیگر ماشینی وارد پارکینگ نخواهد شد.

```
# Time = 17:51
# uni_parked_car = 197, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 3, vacated_space = 500
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 17:54
# uni_parked_car = 198, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 2, vacated_space = 500
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 17:57
# uni_parked_car = 199, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 1, vacated_space = 500
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 18:00
# uni_parked_car = 200, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 0, vacated_space = 500
# uni_is_vacated_space = 0, is_vacated_space = 1
#
# Time = 18:03
# uni_parked_car = 200, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 0, vacated_space = 500
# uni_is_vacated_space = 0, is_vacated_space = 1
#
# Time = 18:06
# uni_parked_car = 200, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 0, vacated_space = 500
```

اکنون حالتی را تست میکنیم که با ارور failed to increase capacity مواجه بشویم : برای تست این موضوع از همان تست بنچ دوم استفاده میکنم اما در کد اصلی این فرض را میکنم که راس ساعات 13 و 14 و 15 ظرفیت آزاد به مقدار 200 واحد افزایش یابد (بجای 50 واحد) . بدین ترتیب اگر در این ساعات ، ظرفیت دانشگاهی خالی ، کمتر از 200 بود ظرفیت آزاد افزایش نخواهد یافت و ارور مربوطه نشان داده خواهد شد :

در زیر میتوانید نتیجه ی تست را ببینید :

```
#
# Time = 14:57
# uni_parked_car = 139, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 161, vacated_space = 400
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 15:00
# uni_parked_car = 140, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 160, vacated_space = 400
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# failed to increase free capacity
# Time = 15:03
# uni_parked_car = 141, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 159, vacated_space = 400
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 15:06
# uni_parked_car = 142, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 158, vacated_space = 400
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 15:09
# uni_parked_car = 143, parked_car = 0
# uni_vacated_space = 157, vacated_space = 400
# uni_is_vacated_space = 1, is_vacated_space = 1
#
# Time = 15:12
#
```

همانطور که میبینید ، در ساعت

15:03 ارور ذکرشده داده شده است

زیرا ظرفیت دانشگاهی آزاد یا همان

Uni_vacated_space کمتر از

200 بود پس نمیتوانست ظرفیت

آزاد را افزایش دهد.

